

(568) 高強度32%Mn系鋼の極低温における繰返し変形挙動

(極低温用高強度高Mn非磁性鋼の機械的性質 II)

東京大学工学部 ○柴田浩司、藤田利夫

大学院 岸本康夫(現川崎製鉄)、河瑞博一(学生)

緒言-----核融合炉、超電導発電機などの強力超電導磁石構造材として使用される極低温用高強度鋼の開発が必要とされている。このような極低温用鋼は強度、靱性、電氣的・磁氣的性質などにすぐれていることのほか、疲労に対しても強いことが要求される。しかし鉄鋼の極低温における疲労に関する研究は寿命測定を中心としたものを除いて非常に少ない。そこで高Mn非磁性鋼の液体窒素、液体ヘリウム中での低サイクル繰返し塑性変形挙動を調べた。

実験方法-----供試鋼及び試験片の準備手順は報告Iと同様である。疲労試験はクライオスタートを取付けた油圧式試験機を用いて行った。完全両振りの引張・圧縮変形を与え、全歪一定条件下の繰返し変形による応力振幅の変化を観察した。歪の検出は試験片の平行部(10×5φmm)に取付けたフリップオンゲージにて長さ方向の変位を測定することによって行った。歪速度はおよそ $3 \times 10^{-3} \text{ s}^{-1}$ である。

実験結果-----液体窒素中と液体ヘリウム中で繰返し塑性変形挙動にほとんど相違は見られなかった(Figs. 1, 2)。

(2) 室温での繰返し変形挙動にくらべ、試験温度が低くなると繰返し軟化が大きくなる傾向がある。(3) 液体ヘリウム中の試験では可聴音とともにヒステリシスループ上にセレーションが現れる。セレーションの形状、数は引張時と圧縮時ではほぼ等しく、時として数サイクルにわたってヒステリシスループが重なることも認められた(Fig. 3)。(4) セレーション時の歪速度が速いため、セレーションが荷重方向を反転させる設定歪付近で生じると荷重方向が設定値でうまく反転せず不規則にオーバーシュートしてしまう。(Fig. 2の結果は連続する5サイクルの応力振幅の平均値をとってそれらの中央の繰返し数に対応する応力振幅としてプロットしたものである。ただし繰返し数が10回以下ではそのような平均値を求めることをせず得られた応力振幅の値をそのまま用いた。) (5) 引張時においても圧縮時においても局所変形が生じセレーションはその時発生する。従って歪一定試験を行ってもゲージ部の局所に注目すれば、液体ヘリウム中での繰返し変形は複雑でかなり大きな歪振幅の変動のもとで生じることになる。(6) 液体ヘリウム中で低サイクル疲労試験を行う場合、こうしたオーバーシュートや局所変形の影響を十分検討しておくことが必要である。

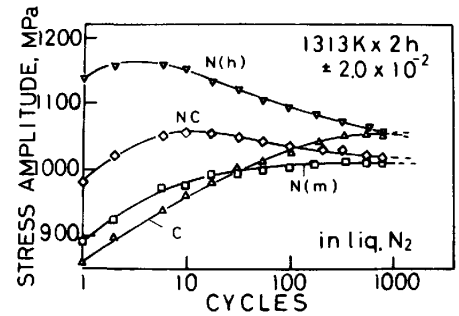


Fig. 1. Stress amplitude response for constant total strain amplitude tests in liquid nitrogen.

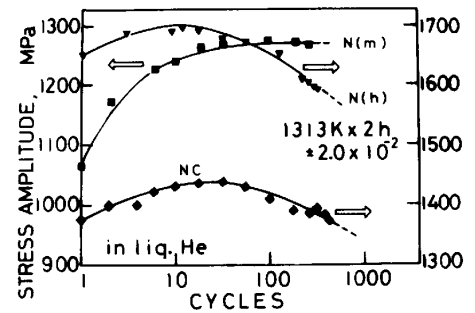


Fig. 2. Stress amplitude response for constant total strain amplitude tests in liquid helium.

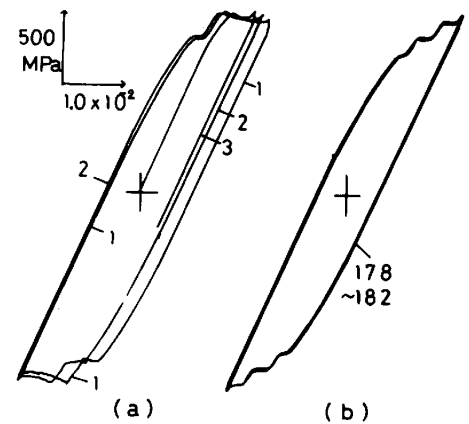


Fig. 3. Hysteresis loops of steel NC tested in liquid helium.